

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DIEGO LUÍS SCHLOTTAG

COMPARAÇÃO DE DUAS TÉCNICAS DE USINAGEM
NA CONFECÇÃO DE PÉS DE MÓVEIS COM DESIGN CLÁSSICO

CURITIBA

2014

DIEGO LUÍS SCHLOTTAG

COMPARAÇÃO DE DUAS TÉCNICAS DE USINAGEM
NA CONFECÇÃO DE PÉS DE MÓVEIS COM DESIGN CLÁSSICO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Disciplina de Estágio
Profissionalizante - AT 027, como parte
dos requisitos para obtenção do Título de
Engenheiro Industrial Madeireiro.

Orientador: Rui André Maggi dos Anjos

Curitiba

2014

RESUMO

É preciso conhecer a estrutura da madeira e os parâmetros de usinagem para entender suas relações, que proporcionam os bons resultados tanto em qualidade quanto em rendimento. Neste trabalho foi feito o levantamento de dados da qualidade superficial de peças de madeira, através de duas modalidades de usinagem, e com a aplicação de duas madeiras de diferentes espécies, destinadas a produção de pés para móveis clássicos. O levantamento foi feito em dois equipamentos de usinagem: uma serra-fita e uma fresadora copiadora. Foram coletadas 40 amostras, as quais foram avaliadas os defeitos iniciais através de inspeção visual, pela metodologia descrita na norma ASTM 1666. Após as avaliações iniciais a madeira foi usinada em serra-fita e numa fresadora copiadora e novamente avaliada. Também foi medido o tempo de operação da cada modalidade de usinagem. Os valores encontrados sobre a qualidade de superfície foram considerados de boa qualidade, sendo necessário maior tempo gasto com acabamento nas peças processadas na serra-fita se comparado com a fresadora. Pôde-se concluir que o tempo de usinagem gasto em cada tratamento influencia na capacidade de produção da empresa, sendo mais rápidos os cortes realizados pela fresadora com melhor acabamento superficial.

Palavras-chave: Usinagem da madeira; Qualidade superficial; Acabamento.

ABSTRACT

You need to know the structure of wood and machining parameters to understand their relationships, which provide good results both in quality and performance. In this paper data collection of surface quality wood pieces, using two types of machining and the application of two different species of wood, intended for the production of classic furniture feet was made. The survey was done in two machining equipment: a band saw and a router copier. 40 samples, which the initial defects were evaluated by visual inspection, were collected. The values found on the surface quality were of good quality, being necessary more time spent finished processed in the band saw parts compared with the milling machine. It can be concluded that the machining time spent in each treatment influences the production capacity of the company still counting on a better surface finish.

Keywords: machining of wood; surface quality; finish.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 EUCALIPTO	10
3.2 IMBUIA	11
3.3 SERRA-FITA	13
3.4 FRESADORA	13
3.5 TÉCNICAS EMPREGADAS NA FABRICAÇÃO DE MÓVEIS	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1 LOCAL	16
4.2 MATERIAL	16
4.3 PREPARAÇÃO	16
4.4 USINAGEM	17
4.5 AVALIAÇÃO	18
4.5.1 Acabamento	20
4.5.2 Tempo	20
4.5.3 Análise dos Dados	20
4.5.4 Teste de Kruskal-Wallis	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 TEMPO DE USINAGEM	23
5.2 QUALIDADE DA SUPERFÍCIE	23
5.2.1 Antes da Usinagem	23
5.2.2 Avaliação da superfície usinada	24
5.2.3 Comparação entre Imbuia Serra-fita x Eucalipto Serra-fita	24
5.2.4 Comparação Imbuia Fresadora X Eucalipto Fresadora	25
5.2.5 Comparação Eucalipto Serra-fita x Eucalipto Fresadora	25
5.2.6 Após a usinagem: Imbuia Fresadora x Imbuia Serra-fita	26
6. CONCLUSÃO	27
7. REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Segundo a ABIMCI (2005) a indústria nacional de móveis concentra-se, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste, sendo que 77% dos estabelecimentos estão localizados nos principais polos produtores do país, ou seja, nos estados de São Paulo (23%), Rio Grande do Sul (15%), Santa Catarina (13%), Paraná (13%) e Minas Gerais (13%).

Para a produção desse tipo de produto, o consumo brasileiro de madeira é de cerca de 59% de madeira maciça serrada e 41% industrializada, na forma de painéis de madeira reconstituída (MDF, MDP, HDF, etc). A madeira serrada é composta de 26% de pínus e 33% de “madeira de lei”, obtidas quase sempre de florestas naturais, e a madeira industrializada é utilizada na forma de painéis de MDF (20%) e aglomerados (17%) e as chapas de fibras duras participam do consumo com 5% (Iemi/Movergs, 2006).

A indústria de móveis reúne diversos processos de produção, envolvendo diferentes matérias-primas e grande diversidade de produtos finais, podendo ser segmentada em função dos materiais com que os móveis são confeccionados, ou de acordo com os usos a que serão destinados (móveis para residência ou escritório, por exemplo). Além disso, devido a aspectos técnicos e mercadológicos, as empresas em geral são especializadas em um ou dois tipos de móveis, como, por exemplo, de cozinha e banheiro, estofados, dormitórios, entre outros.

Os móveis residenciais, segundo a Abimóvel (1996), participam com 60% da produção total do setor, sendo o restante de móveis para escritório (25%) e móveis institucionais para escolas, consultórios médicos, hospitais, restaurantes, hotéis e similares (15%).

Os móveis de madeira, que detêm expressiva parcela do valor total da produção do setor, são ainda segmentados em dois tipos: retilíneos, que são lisos, com desenho simples de linhas retas, cuja matéria-prima principal constitui-se de aglomerados e painéis de compensados, estilo esse que não será abordado no trabalho; e torneados, que reúnem detalhes mais sofisticados de acabamento, misturando formas retas e curvilíneas e cuja principal matéria-prima é a madeira maciça, de lei ou de reflorestamento.

O segmento de móveis torneados pode ser dividido em dois subsegmentos, de acordo com as matérias-primas utilizadas: o de madeiras de lei, com elevado grau de heterogeneidade tecnológica; e o de madeiras de reflorestamento, que reúne a maior parte dos fabricantes de móveis torneados seriados, os quais destinam a maior parte de sua produção ao mercado externo. [BNDES, Rosa, Correa, Lemos, Barroso, 2007].

No mercado de móveis brasileiro, há predominância de fábricas de pequeno e médio porte, a maioria desses estabelecimentos é de base familiar com quadro pequeno de funcionários, onde o sistema produtivo empregado nessas fábricas baseia-se no “saber fazer” do operário, em técnicas empíricas e no emprego de equipamentos simples. A maior parte dessas empresas dedica-se a produção de móveis sob medida com tiragens de poucas unidades, com características específicas que variam de projeto á projeto. Raras são as empresas que dedicam-se a produção de móveis no estilo clássico. Os móveis nesse modelo caracterizam-se por tiragens de 4 a 10 peças permitindo a produção seriada de alguns itens, contudo os móveis clássicos também apresentam características semelhantes aos encontrados nos móveis sob medida.

A maioria desses móveis antigos é constituída de madeira nobre, sendo originários geralmente de época anterior à era industrial, quando os marceneiros não possuíam grande aparato para beneficiar a madeira, dispondo apenas de algumas ferramentas manuais para realizar todo o processo de fabricação.

Na produção de móveis clássicos existe grande necessidade de aperfeiçoamento do processo fabril, que pode ser feito com a aplicação de técnicas para reduzir a dependência de mão-de-obra especializada, pois é alta a complexidade de execução do projeto e outra melhoria a ser analisada, é uma análise de alternativas ao uso de espécies nativas, como é o caso da imbuia, que apresenta excelentes resultados quanto à produção desse tipo de móvel, mas tem se tornado muito cara e com cada vez menos disponibilidade no mercado.

Para diminuir a dependência desse tipo de matéria-prima, é necessário analisar a viabilidade de aplicação de outras espécies, que resultem em peças com características semelhantes, porém com maior oferta de material.

Esta pesquisa aponta alguns aspectos que deverão ser analisados na produção moveleira para atingir um grau de eficiência maior, que são a aplicação de diferentes técnicas de usinagem da madeira, como a serra-fita e a fresadora copiadora, e a comparação de uma espécie nova para essa utilização com outra tradicional, objetivando reduzir custos e tempo de execução, atingindo ganhos significativos em produtividade.

Como não há uma definição clara e sistematizada das relações de causa e efeito entre os fatores envolvidos na usinagem da madeira e a qualidade e eficiência do processo produtivo é necessário entender melhor essas relações de modo a dimensionar os parâmetros pertinentes próximos a padrões que conduzam a melhoria da eficiência produtiva na transformação da madeira em peças e componentes de móveis.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Contribuir com o processo produtivo de componentes para móveis clássicos.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Para atingir esse objetivo foram realizadas atividades específicas:

- Comparar técnicas de usinagem por meio de fresadora copiadora e serra fita;
- Comparar a qualidade superficial de peças de Imbuia (*Ocotea porosa*) e Eucalipto (*Eucalyptus grandis*).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 EUCALIPTO

O Eucalipto é uma espécie pertencente à família Myrtaceae, da classe das angiospermas dicotiledôneas, sendo a maior parte das espécies originária da Austrália (ABRAF, 2007).

No Brasil, seu plantio foi intensificado a partir do início do século XX, sendo usado durante algum tempo como dormente para ferrovias e também como fornecimento de lenha para o transporte ferroviário, e mais tarde como poste para as linhas de transmissão de eletricidade. Assim foi possível estabelecer comparativos entre as espécies de eucalipto e a madeira de árvores nativas, apresentando vantagens do eucalipto quanto à aplicabilidade da madeira, com rápido crescimento e boa adaptação ao clima. Seu tronco fornece madeira para sarrafos, ripas, vigas, postes, varas, esteios, tábuas para embalagens e móveis. Sua fibra é bastante utilizada como matéria-prima para a fabricação de papel e celulose (OLIVEIRA, 1997).

Tendo como base o ano de 2006 no Brasil segundo dados da ABRAF (2007), de toda madeira de eucalipto plantada, 38% foi utilizada para produção de celulose e papel, 33% para carvão, 3,2% para serrados, 1,66% para confeccionar painéis reconstituídos e 24,17% para a geração de outros tipos de produtos. Isso revela que mesmo tendo potencial para utilização em serraria, pouca madeira dessa espécie é direcionada para este fim. Segundo Oliveira (1997), existe há muito tempo a possibilidade de utilizar a madeira de eucalipto para fins de marcenaria e movelaria em diferentes regiões, devido às inúmeras vantagens da utilização do gênero. Já no Brasil, o início da utilização da madeira de eucalipto para a manufatura de móveis, data do começo da década de 80, sendo aplicadas na estrutura interna de estofados (ORTOLAN, 2003).

Os desafios para a ampliação do uso dessa madeira em móveis segundo Lima (2005) se deram pelo fato de tanto produtores e consumidores a virem com preconceito, quando comparada com espécies nativas, pois a maioria da madeira de eucalipto empregada na fabricação de móveis é proveniente de plantações de ciclos curtos, visando as indústrias de carvão e celulose, e para essa finalidade, o material acaba apresentando características

tecnológicas diferentes das que seriam apropriadas para uso na forma de madeira sólida.

A idade de colheita da madeira de eucalipto é uma das principais influências diretas na qualidade final, sendo que a retirada de árvores com idade aproximada de 18 anos proporciona material lenhoso com características mais apropriadas para a utilização dessa madeira em móveis quando comparada, por exemplo, com árvores de 7 anos, que são ideais para processamento de papel e celulose, fato constatado por Silva (2004) e Silva, J. C. (2002). A idade mais avançada confere melhores valores mais adequados de módulos de flexão estática, quando para usos estruturais, menor incidência de empenamento e fendilhamento, bem como menor contração longitudinal.

A aplicação da madeira maciça de eucalipto para confecção de móveis depende de alguns requisitos tecnológicos como: boa resistência mecânica, usinabilidade e qualidade da superfície usinada. Alguns segmentos que confeccionam mobília em sua maioria de madeira maciça possuem baixa tecnologia de produção, onde se dá de maneira semi-artesanal, com reduzido número de funcionários e produto final com alto valor agregado.

3.2 IMBUÍIA

A madeira de *Ocotea porosa*, popularmente conhecida como imbuia, pertence à família Lauraceae, e pode atingir alturas de 10 a 20 metros e diâmetros de 50 a 150 centímetros. Sua massa específica básica é 0,54 g/cm³ e aparente de 0,65 g/cm³ quando está a 15% de umidade. Essa espécie é característica e exclusiva da floresta ombrófila mista, e segundo Carvalho (2003), sempre desempenhou papel fundamental no desenvolvimento econômico e cultural na região desse tipo de floresta. Sua ocorrência se verifica nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MAINERI & CHIMELO, 1989), com maior concentração em áreas do planalto norte catarinense, sendo a espécie arbórea mais importante da região depois do Pinheiro-do-Paraná.

Para Reitz (1978), essa alta incidência de imbuia em Santa Catarina, se deve às condições favoráveis do solo e a uniformidade de distribuição dessas árvores nessa região. Sua ocorrência natural se nota em solos de baixa

fertilidade, podendo ser observada desde o fundo de vales até o alto das encostas, com grandes variações em sua ocorrência. Nas sub-matas dos pinhais, a imbuia é a árvore mais abundante, podendo ser encontrada comumente na frequência de 6 a 20 árvores por hectare (MARCHESAN et al., 2006). Ainda segundo Marchesan et al (2006) citando Carvalho (1994), nas florestas com araucária, a imbuia é possivelmente a espécie arbórea com maior longevidade, podendo superar 500 anos de vida.

A madeira da *Ocotea porosa* é moderadamente pesada, dura, com coloração de cerne muito variável, textura média e cheiro característico agradável. Apresenta resistência mecânica média, com retratibilidade volumétrica baixa e boa maleabilidade. É considerada de boa durabilidade natural e resistente ao ataque de organismos xilófagos. Carvalho (2003) considerou a imbuia como sendo uma madeira que atinge bons resultados de processamento, sendo facilmente serrada e trabalhada em máquinas, e seu acabamento também se apresenta com alta qualidade, recebendo bem pintura e verniz, e devido a suas propriedades tecnológicas, sua aplicação é permitida para diversas finalidades, com boa aceitação.

A madeira de imbuia é bastante apreciada no mercado, tendo grande procura para a fabricação de móveis de luxo (LORENZI, 1992; INOUE et al., 1984), podendo também ser muito bem aproveitada para obtenção de folhas faqueadas decorativas e peças torneadas, por exemplo.

Devido à escassez dessa madeira atualmente, o emprego da imbuia na indústria mobiliária está sendo restrito, pois a baixa oferta de material torna essa matéria-prima altamente valorizada, sendo indicada sua aplicação em produtos com alto valor agregado, o que ainda a torna possível de ser encontrada em forma de peças serradas no mercado. A procura dessa madeira também é grande para execução de trabalhos de escultura e artesanato, por apresentar fácil trabalhabilidade (INOUE et al., 1984).

Outro grande agravante segundo Carvalho (1994) é o fato de a imbuia ser listada como uma das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, o que reforça a necessidade de preservação dessa espécie. Essa ideia de manejo da *Ocotea porosa* foi citada por Reitz et al. (1978) como uma alternativa para garantir a futura disponibilização dessa matéria-prima, visando suprir sua demanda. No entanto, sugere-se que o cultivo seja realizado em

plantios mistos associados com espécies pioneiras, a fim de evitar problemas como geadas e insolação direta. Porém, mesmo com essa certeza de baixa oferta e alta procura por madeira dessa espécie, praticamente inexistem informações sobre as características da madeira de imbuia proveniente de plantios, reiterando a necessidade de analisar alternativas viáveis à imbuia, tanto em custo quanto em qualidade e volume ofertado, visando menor dependência das madeiras tropicais.

3.3 SERRA-FITA

A serra-fita é constituída de uma lâmina contínua de aço que é tensionada por dois volantes, cujo diâmetro varia normalmente entre 0,8 a 2m, podendo eventualmente ser maior.

Algumas das principais vantagens desse tipo de equipamento são as grandes velocidades de corte, podendo ultrapassar 150m/min, pouco desperdício de madeira durante o corte devido à pequena espessura das lâminas, e também tem possibilidade de boa produção com baixo consumo de energia. Algumas variações nas serras de fita também permitem cortes com variação de ângulo, que são extremamente úteis dependendo da finalidade que será usada a madeira. Por outro lado, esse tipo de serra tem como principais desvantagens a dificuldade de manutenção e a montagem da máquina (ROCHA, 2002). A principal característica da serra-fita que viabiliza a utilização da serra-fita para fabricação de componentes para móveis é a possibilidade de realização de cortes curvos com relativa facilidade dependendo da mão de obra empregada, principalmente na mobília clássica, que tem como particularidade um design mais arredondado.

3.4 FRESADORA

O fresamento periférico utilizado no processo de usinagem da madeira é caracterizado pela remoção de cavacos na operação de desbaste ou acabamento de superfície. Para Silva (2002), o fresadora promove usinagem que se destina à obtenção de superfícies uniformes, geradas através do movimento retilíneo alternativo da peça ou da ferramenta cortante. Esse

equipamento segundo Gonçalves (2000), é integrado por um conjunto de cabeçote, porta ferramentas com lâminas de corte e suportes de fixação. A fresadora é uma ferramenta cilíndrica dotada de elementos cortantes paralelos à superfície a ser usinada. Através do movimento combinado entre a rotação da ferramenta e o deslocamento da peça é possível produzir uma superfície plana ou com forma determinada por um gabarito. Os movimentos relativos entre o avanço da peça e sentido de giro de corte da ferramenta são segundo Camargo (200-), classificados em discordante que ocorrem quando o sentido de corte da ferramenta e movimento de avanço do material a ser usinado encontram-se opostamente sincronizados, e concordantes que se caracterizam pelos movimentos de corte e avanço serem realizados no mesmo sentido. Uma das vantagens do fresamento concordante é produzir peças com melhor acabamento final, porém o fresamento discordante é ainda o mais utilizado devido a maior segurança para o operador, juntamente com o menor requerimento de potência de corte.

3.5 TÉCNICAS EMPREGADAS NA FABRICAÇÃO DE MÓVEIS

A marcenaria é uma técnica empregada na fabricação de móveis que exige conhecimento tanto da matéria-prima quanto dos equipamentos aplicados em sua confecção, e está mais ligada ao trabalho artesanal do que o observado em escala industrial. Apesar de o marceneiro fazer uso de máquinas em grande parte de seu ofício, ele ainda é um artesão moveleiro, sendo um profissional responsável pela produção exclusiva de móveis. Para isso, são empregadas diversas técnicas visando atender às necessidades estéticas e de conforto que cada peça requer.

É comum em indústrias moveleiras a existência de equipamentos de gerações muito diferentes, isso decorre principalmente do caráter descontínuo do processo produtivo, o que dificulta sua automação devido justamente a padronização relativamente pequena dos itens produzidos. [BNDES, Rosa, Correa, Lemos, Barroso, 2007].

As inovações tecnológicas podem trazer redução no uso intensivo e dependência da mão-de-obra, principalmente nos segmentos em que o processo de produção pode ser implementado de modo contínuo, como ocorre

com os móveis retilíneos seriados, entretanto, as empresas de pequeno e médio porte que produzem móveis torneados com muitos detalhes de acabamento, ainda priorizam a utilização de mão-de-obra especializada, pois os investimentos em automação apresentam custos muitas vezes inviáveis [BNDES, Rosa, Correa, Lemos, Barroso, 2007].

Para produzir peças de mobiliário com alto valor, é fundamental conhecer e saber aplicar corretamente cada técnica de marcenaria, pois um bom marceneiro não precisa necessariamente ter dons artísticos para produzir esse tipo de objeto, mas o domínio das técnicas de marcenaria é fundamental, uma vez que não se fabrica móveis de alta complexidade sem o conhecimento delas. Algumas premissas devem ser seguidas por esse profissional para construir um produto de qualidade, no que concerne à reduzir o desperdício de material e otimizar o tempo.

Para a confecção de móveis com estilo clássico, o domínio das tecnologias dos materiais como ferramentas e equipamentos utilizados é de extrema importância, visto o alto valor do produto final e as características complexas desse tipo de produto. Para a execução desses trabalhos, o marceneiro precisa também de hábitos adequados de segurança e limpeza do local de trabalho. Primeiramente, é feito o projeto da peça que será executada. Depois, é necessário elaborar os planos de corte individuais, com base nas dimensões e nos desenhos apresentados no projeto. O terceiro passo será a aplicação dos materiais, ferramentas e equipamentos necessários nesse beneficiamento. Com base na lista de corte, o profissional deve iniciar o processamento da madeira onde serão realizadas as operações para que as peças fiquem com as características dimensionais desejadas, e depois com a posse das peças cortadas nos formatos predeterminados pelo projeto, o marceneiro analisa se estão satisfatórias as peças usinadas. Se todos os elementos estiverem de acordo com as necessidades, esses itens seguem para a montagem propriamente dita, que é feita com diferentes técnicas para cada tipo de mobília, incluindo diversas formas de encaixe e utilização de elementos de fixação da madeira.

A finalização do processo se dá com o acabamento, que são os cuidados finais do móvel, como lixamento, aplicação de massas, seladoras, vernizes, ceras e colocação dos acessórios e elementos decorativos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCAL

O estudo foi realizado na empresa Mikuska Móveis que fica instalada no município de Pinhais, região metropolitana de Curitiba, no período entre os meses de junho e dezembro de 2013.

4.2 MATERIAL

A madeira de *Ocotea porosa* e de *Eucalyptus grandis* utilizada nesse estudo teve origem no município de Castro e Telêmaco Borba, respectivamente. Sua caracterização se dava por blocos de madeira previamente serrados, onde precisou ser apenas desdobrado secundariamente, tornando-os prontos para serem processados.

4.3 PREPARAÇÃO

Como parte da preparação para os testes os corpos de prova foram convertidos do seu estado bruto para peças de dimensões de 6,5 x 6,5 x 28 cm.



Figura 1- CORPOS DE PROVA DE IMBUIA
FONTE: O autor (2014)



Figura 2 - CORPOS DE PROVA DE EUCALIPTO
FONTE: O autor (2014)

A pesquisa foi elaborada para comparar dois métodos produtivos, fresadora x serra-fita. Baseando na hipótese que ambos os métodos

apresentariam o mesmo nível de qualidade de superfície. Também foi planejada a comparação entre duas espécies, imbuia x eucalipto. Atendendo as necessidades da pesquisa foram confeccionados 4 grupos experimentais, formados por 10 corpos de prova cada, sendo 10 peças de imbuia usinadas em serra-fita e outras 10 processadas na fresadora; 10 peças de eucaliptos cortadas na serra-fita, e mais 10 usinadas na fresadora, totalizando 40. O tratamento aplicado em cada grupo está simplificado na tabela 1. Dentro de cada grupo foram marcadas as peças com corte radial, tangencial, e orientação de corte, misto e foi testada a hipótese que a orientação de corte não interferiu no acabamento final da peça usinada.

TABELA1 – DELINEAMENTO UTILIZADO

Tratamento	Espécie					
	Imbuia			Eucalipto		
	Radial	Tangencial	Misto	Radial	Tangencial	Misto
Serra-fita	2	4	4	0	4	6
Fresadora	2	2	6	2	3	5

FONTE: O autor (2014)

4.4 USINAGEM

A operação da fresadora seguiu as seguintes etapas; colocação do molde na fresadora (figura 3) e operação da máquina (figura 4). A usinagem em serra fita também foi realizada em duas etapas, a primeira o desenho do molde sobre a peça de madeira (figura 5) e corte na serra fita (figura 6).



Figura 3 – DETALHE DO MOLDE UTILIZADO PARA DAR O PERFIL DA PEÇA USINADA



Figura 4 - OPERAÇÃO DE FRESAMENTO



Figura 5 – DESENHO DO MOLDE NA PEÇA A SER SERRADA NA SERRA-FITA
FONTE: O autor (2014)



Figura 6 - CORTE NA SERRA-FITA

4.5 AVALIAÇÃO

Os acabamentos foram avaliados, antes da usinagem e depois da usinagem, com atribuição de notas variando de 1 a 5 conforme sugere a norma ASTM 1666, onde 1 é a melhor nota e 5 a pior nota possível.

O procedimento de avaliação foi realizado por oito avaliadores capacitados, que analisaram minuciosamente cada detalhe individual das peças, a fim de encontrar pontos que pudessem vir a comprometer a qualidade final desses elementos. A orientação de corte de cada peça foi identificada e anotada para que pudesse ser relacionada com a qualidade final, caso houvesse diferença entre corte radial, tangencial ou misto. As notas atribuídas de 1 a 5 foram anotadas em tabela (anexos) e a confiabilidade desses números se deu devido ao grande conhecimento de cada colaborador da matéria-prima.

A avaliação inicial foi baseada somente nas irregularidades superficiais, uma vez que as peças já estavam cortadas em tamanhos padronizados e cada

avaliador analisou todas as peças separadamente. Todas as amostras foram submetidas à análise de qualidade superficial seguindo os mesmos procedimentos, validando os resultados.

A preparação dos corpos de prova se deu por meio de operações de usinagem na serra-fita e na fresadora, seguindo o procedimento descrito na norma.

Para cada amostra, foi classificado o resultado em 5 categorias:

Grau 1: Excelente, livre de defeitos.

Grau 2: Bom, com baixa incidência de defeitos.

Grau 3: Regular, ligeiramente defeituoso.

Grau 4: Ruim, ocorrência frequente de defeitos.

Grau 5: Péssimo, alta incidência de defeitos.

O defeito apresentado foi a incidência de nós, rachaduras, trincas, ranhuras e manchas.

A incidência de irregularidades na operação da serra-fita foi maior se comparado com a fresadora, que apresentou qualidade superficial de acabamento superior.

A avaliação dos defeitos de usinagem foi realizada logo após a confecção das peças, sendo examinadas visualmente e fazendo-se um levantamento da intensidade e tipo de defeito apresentado.

A qualidade da superfície usinada não dependeu apenas da frequência de ocorrência de defeitos, mas também da gravidade dessas irregularidades presentes nos corpos de prova. Do ponto de vista do acabamento, a área coberta por um determinado defeito é menos importante que a profundidade que essa deformidade se apresenta.

O pior ponto em uma amostra defeituosa é que determinou a qualidade do acabamento em cada método de fabricação, pois é esse local que determina a quantidade de trabalho adicional que deve ser feito para tornar aquela peça comercialmente aceitável.

O resultado da avaliação foi tabelado e pode ser visualizado nos anexos.

4.5.1 Acabamento

Os métodos de ensaios estipulados pela norma ASTM-D1666/87 visam estabelecer parâmetros de acabamento superficial da madeira.

A determinação das condições ideais é feita com base nas variáveis que afetam os resultados das operações de usinagem, onde suas propriedades são avaliadas tendo como base a qualidade superficial de acabamento, que pode ser estabelecida com inspeção visual.

4.5.2 Tempo

As medições de tempo foram feitas através de cronômetro simples, que era acionado ao iniciar a usinagem das peças. Tanto na serra-fita quanto na fresadora, o procedimento aplicado foi o mesmo para padronizar a metodologia de medição. Ao iniciar o corte de cada peça, era dado início à cronometragem, e só era parada a medição ao finalizar toda a operação de corte. Foi repetido esse procedimento para todas as peças, e o resultado das medições segue na tabela em anexo.

4.5.3 Análise dos dados

Os dados foram analisados por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e as análises de tempo por meio do teste Tukey.

No teste de hipóteses com base em frequência estatística, a significância está relacionada ao nível de confiança ao rejeitar uma hipótese nula quando esta é verdadeira. Esse tipo de teste corresponde a uma regra que permitirá rejeitar ou não uma hipótese estatística com base nos resultados de uma amostra. Em geral, essas hipóteses são sobre parâmetros populacionais e a realização do teste se baseia na distribuição amostral dos parâmetros estimadores.

O procedimento para realizar esse teste tem início ao enunciar as hipóteses e fixar o nível de significância, identificando a estatística do teste. Em seguida é preciso determinar a região crítica (faixa de valores que levarão a rejeitar a hipótese H_0) e a região de aceitação em função do nível α pelas

tabelas estatísticas apropriadas. Baseando-se pela amostra, é feito o cálculo do valor da estatística do teste. O resultado final se dá com a análise da estatística, estando esta na região crítica é rejeitada a hipótese de H_0 , caso contrário, a hipótese é aceita.

4.5.4 Teste de Kruskal-Wallis

Trata-se de um teste extremamente útil para decidir se K amostras ($K > 2$) independentes provêm de populações com médias iguais, servindo como alternativa não paramétrica à análise de variância. As provas não paramétricas têm a vantagem de permitir estudar, quanto à significância, dados que são inerentemente classificados (escala nominal) ou se apresentam em postos (escala ordinal). O teste de Kruskal-Wallis é o teste não paramétrico utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes, indicando se há diferença entre pelo menos dois deles. A aplicação do teste utiliza os valores numéricos transformados em postos e agrupados num só conjunto de dados. A comparação dos grupos é realizada por meio da média dos postos.

O método consiste em primeiramente atribuir a cada valor observado, um posto, sempre atribuindo o menor posto ao menor valor e o maior posto ao maior valor. Este ordenamento global permite obter o total das ordens para cada situação. Se existirem apenas diferenças aleatórias entre as situações, como é postulado na hipótese nula, é de se esperar que ordens altas e baixas se distribuam de forma aproximadamente equivalente pelas diferentes situações. Mas se pelo contrário, houver uma preponderância de altos ou baixos resultados em qualquer uma das situações, é provável que tal fato reflita diferenças significativas devidas à variável independente. O valor das diferenças entre os totais das ordens é dado pela estatística designada por H .

Desde que a hipótese experimental preveja a existência de diferenças significativas entre as situações, o valor obtido de H deverá ser igual ou superior ao valor crítico da Tabela, para que possa ser considerado significativo. A hipótese de nulidade pode ser testada em função do valor de área que a distribuição qui-quadrado retornar quando é dada entrada do valor H (indicado em tabela estatística), seguindo as regras usuais de testes de hipóteses.

O teste de Kruskal-Wallis pressupõe as seguintes condições para o seu adequado uso:

1. Comparação de três ou mais amostras independentes;
2. Não pode ser usado para testar diferenças numa única amostra de respondentes mensurados mais de uma vez;
3. Dados cujo nível de mensuração seja no mínimo ordinal;
4. Esta prova exige dados que possam ser ordenados e aos quais seja possível atribuir postos ou ordens;
5. O tamanho mínimo de cada amostra deve ser de 6 para se poder recorrer ao (qui-quadrado) X^2 .

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 TEMPO DE USINAGEM

Os tempos de usinagem foram estatisticamente diferentes p-valor 0,001 (tabela 2).

TABELA 2 - TEMPO MÉDIO DE USINAGEM E COMPARAÇÃO (TUKEY 5%)

Tratamento	Tempo médio de usinagem (s)	Resultado da comparação de médias (Tukey 0,05)
Imbuia – Fresadora	82,6	A
Eucalipto – Fresadora	85	A
Eucalipto – Serra-fita	99,5	AB
Imbuia – Serra-fita	111,6	B

FONTE: O AUTOR (2014)

O tempo de usinagem medido foi baseado no início do corte de cada peça no respectivo tratamento e a demanda de tempo foi maior nas peças processadas na serra-fita. O tempo médio de corte na serra-fita das peças de imbuia foi 1'51" e de eucalipto foi 1'39". Já na fresadora, por ser de operação mais fácil, o tempo médio de corte na serra-fita para a madeira de imbuia foi de 1'23" e para o eucalipto o tempo médio de usinagem foi de 1'25".

Essa diferença mensurada já era prevista devido a fresadora apresentar maior facilidade de operação, requerendo menor controle por parte do operador e maior velocidade de avanço do elemento cortante. Na serra-fita, o cuidado devia ser maior ao ser cortada cada peça, pois a curvatura dos pés refletia diretamente na facilidade de operação, sendo mais difícil cortar as regiões das peças com maior curvatura.

5.2 QUALIDADE DA SUPERFÍCIE

5.2.1 Antes da Usinagem

O resultado do teste de Kruskal-Wallis não verificou diferenças significativas entre os grupos amostrados antes do procedimento de usinagem ($X^2 = 0,74 < p - \text{valor} = 0,864$), conforme a tabela 3.

TABELA 3 – VALORES DE MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS A TODOS OS CORPOS DE PROVA ANTES DE SEREM USINADOS.

Tratamento	Média	Desvio Padrão
Imbuia – Serra-fita	2,25	1,21
Imbuia – Fresadora	1,74	0,73
Eucalipto – Serra-fita	2,04	1,03
Eucalipto – Fresadora	1,87	0,91

FONTE: O AUTOR (2014)

Embora os valores sejam numericamente diferentes, o teste estatístico não revelou diferenças entre os grupos.

Isso significa que para efeitos de comparação, todas as peças eram de igual qualidade, independentemente da espécie ou orientação de corte. Essa característica indica que todos os tratamentos partem em igualdade de condições. A possibilidade do uso de eucalipto para fins de marcenaria e movelaria já existe há muito tempo devido às inúmeras vantagens da utilização do gênero, e no Brasil segundo Ortolan (2003), a utilização da madeira de eucaliptos datam do início da década de 80, sendo inicialmente aplicadas na estrutura interna de estofados.

5.2.2 Avaliação da superfície usinada

A comparação não paramétrica das médias dos tratamentos das peças usinadas indicou que há diferenças significativas entre os tratamentos ($\chi^2 = 2,195 > p - \text{valor} = 0,533$).

O teste de Kruskal-Wallis não possuiu comparação direta das médias, sendo necessário comparar os tratamentos dois a dois, por esse motivo foram comparadas as espécies e as técnicas de usinagem

5.2.3 Comparação entre Imbuia Serra-fita x Eucalipto Serra-fita

O resultado do teste de Kruskal-Wallis verificou diferenças entre os grupos amostrados após do procedimento de usinagem das peças de Imbuia e Eucalipto, conforme a tabela 4. A partir das notas atribuídas à usinagem pela serra-fita, o resultado obtido indicou o eucalipto como a espécie que apresentou melhor qualidade superficial. Isso pode ser consequência do maior cuidado que operador teve durante o corte da peça de eucalipto, pois a precisão e perícia do operador refletem diretamente na qualidade da peça.

TABELA 4 - VALORES DE MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AOS CORPOS DE PROVA DE IMBUÍIA E EUCALÍPTO APÓS SEREM USINADOS NA SERRA-FITA.

Tratamento	Média	Desvio Padrão
Imbuia – Serra-fita	2,5	1,20
Eucalipto – Serra-fita	2,26	1,11

FONTE: O AUTOR (2014)

5.2.4 Comparação Imbuia Fresadora X Eucalipto Fresadora

Para os grupos amostrados após o procedimento de usinagem na fresadora, conforme a tabela 5, o resultado do teste de Kruskal-Wallis não verificou diferenças significativas entre as duas modalidades de beneficiamento. A imbuia teve resultados de qualidade superficial ligeiramente maiores que o eucalipto, pois segundo Carvalho (2003), essa madeira atinge ótimos resultados, com relativa facilidade de usinagem e alta qualidade de acabamento.

TABELA 5 - VALORES DE MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AOS CORPOS DE PROVA DE IMBUÍIA E EUCALÍPTO APÓS SEREM USINADOS NA FRESADORA.

Tratamento	Média	Desvio Padrão
Imbuia – Fresadora	2,16	1,15
Eucalipto – Fresadora	2,25	1,08

FONTE: O AUTOR (2014)

5.2.5 Comparação Eucalipto Serra-fita x Eucalipto Fresadora

O eucalipto ao ser trabalhado tanto na serra-fita quanto na fresadora, não apresentou diferenças no que diz respeito às máquinas, sendo praticamente iguais as notas obtidas em ambos os equipamentos. Por não haver dados na literatura a fim de comparação, conclui-se que em termos de qualidade as duas modalidades de processamento são iguais, no entanto a fresadora atinge melhores resultados em termos de tempo de operação, sendo mais rápido seu beneficiamento que o corte realizado na serra-fita.

TABELA 6 - VALORES DE MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AOS CORPOS DE PROVA DE EUCALIPTO APÓS SEREM USINADOS NA SERRA-FITA E FRESADORA.

Tratamento	Média	Desvio Padrão
Eucalipto – Serra-fita	2,26	1,11
Eucalipto – Fresadora	2,25	1,08

FONTE: O AUTOR (2014)

5.2.6 Após a usinagem: Imbuia Fresadora x Imbuia Serra-fita

A imbuia revelou diferenças de acabamento superficial ao ser usinada na serra-fita e na fresadora. Inoue (1984) afirmou que essa madeira apresenta fácil trabalhabilidade, porém não cita em qual equipamento se deu seu processamento. Foi constatada que através da fresadora essa espécie apresentou melhor comportamento, atingindo melhores resultados ao ser avaliada a qualidade superficial de cada peça, adicionado ainda a esse resultado, o fato de ser mais rápida sua usinagem quando comparada a serra-fita.

TABELA 7 - VALORES DE MÉDIA E DESVIO-PADRÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AOS CORPOS DE PROVA DE IMBUIA APÓS SEREM USINADOS NA FRESADORA E NA SERRA-FITA.

Tratamento	Média	Desvio Padrão
Imbuia – Fresadora	2,16	1,15
Imbuia – Serra-fita	2,50	1,20

FONTE: O AUTOR (2014)

Baseado no resultado obtido é recomendado utilizar a fresadora como principal equipamento de beneficiamento para a confecção desse tipo de peça, pois é grande a redução no tempo de execução e qualidade superficial verificada nessa modalidade. A vantagem da aplicação do eucalipto se dá pelo fato dessa espécie ser ofertada com maior abundância e apresentar qualidade final semelhante à verificada com o uso da imbuia, inclusive superando-a, como no corte com serra-fita. O eucalipto é uma das espécies mais promissoras para a indústria moveleira, devido às grandes plantações e por apresentar boas características no que se refere à aparência, ser de fácil usinabilidade e com excelentes resultados quanto à qualidade superficial.

6. CONCLUSÃO

Considerando o tempo de operação em ambas as máquinas, o equipamento mais indicado para a produção desse tipo de peça é a fresadora devido sua agilidade e melhor acabamento superficial, requerendo menor tempo adicional para finalização da peça com lixamento, que não foi avaliado. No entanto, a serra-fita apresenta bons resultados considerando o alto tempo gasto na preparação do molde para finalizar o gabarito empregado na fresadora, uma vez que o procedimento na serra-fita pode ser realizado sem necessidades de muitos ajustes tanto do material quanto do equipamento.

A imbuia apresentou melhores resultados, pois as notas atribuídas às peças dessa espécie foram maiores que no eucalipto, no entanto, apesar de o eucalipto requerer maior atenção na finalização do componente do móvel, através do lixamento, ele pode ser uma alternativa à imbuia, devido a ter maior disponibilidade de material ofertado, consequentemente reduzindo custos de produção.

7. REFERÊNCIAS

ABIMÓVEL. **Panorama do setor moveleiro no Brasil**. São Paulo, 1996.

ABRAF – **Anuário estatístico da Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas**. 2008.

ALBUQUERQUE, C.E.C. – **Apostila da matéria de Processos de Corte de Madeira**, Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal do Paraná, 200-.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial 2004: Indústria de Madeira Processada Mecanicamente**. Curitiba, 2005.

BNDES. **O Setor de Móveis na Atualidade: Uma Análise Preliminar**. Rio de Janeiro, mar. 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, 1039 p. 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 639 p. 1994.

GONÇALVES, M.T.T. **Processamento da Madeira**. Bauru-SP, 2000.

IEMI e MOVERGS. “Brasil móveis 2006: **Relatório setorial da indústria de móveis no Brasil**”. São Paulo: Iemi, v. 1, n. 1, out, 2006.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 260 p. 1984.

LIMA, I.L. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. 161.p Tese (Doutorado em Tecnologia de Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Nova Odessa: Plantarum, v.1, 352 p. 1992.

LUCAS FILHO, F. C. **Análise da usinagem de madeiras visando a melhoria de processos em indústrias de móveis**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 418 p, 1989.

MARCHESAN, R.; MATTOS, P. P.; BORTOLI, C.; ROSOT, N. C. **Caracterização Física, Química e Anatômica da Madeira de *Ocotea porosa* (Nees& C. Mart.). Barroso**. Comunicado Técnico 161. Colombo, 2006.

OLIVEIRA, J. T. O. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 2v. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

ORTOLAN, C. **Desenvolvimentos tecnológicos na produção de madeira de eucalipto para serraria e laminação**. A experiência da Klabin. In: II SEMINÁRIO DE PRODUTOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO. Belo Horizonte, 2003.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina. Sellowia**, Itajaí, v. 30, n. 28/30, p. 9-292, 1978.

ROCHA, M. P., **Técnicas e Planejamento em Serrarias (Edição Revisada e Ampliada, 2002)**. Fupef - Série Didática. Curitiba, 2002.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando sua utilização na indústria moveleira.** Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em engenharia florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

SILVA, J.R.M.; Lima, J.T.; MENDES, L.M.; BONDUELLE, A.F. **Influência dos aspectos construtivos das máquinas e ferramentas na qualificação da superfície usinada de madeiras.** In: ENCONTRO NACIONAL EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 9., 2004. Cuiabá. **Anais eletrônicos.** Cuiabá: Editora UFMT, 2004. 1 CD-ROM.

Sites Consultados

Portal REMADE. Disponível em: <www.remade.com.br>. Acesso em: 10 de março de 2014.

8. ANEXOS

Tabela 8 - Avaliação individual de cada peça.....	34
Tabela 9 - Aplicação do teste de Kruskal-Wallis.....	34
Tabela 10 - Tempo médio de usinagem para os grupos em subconjuntos homogêneos.....	34
Tabela 11 - Aplicação do teste de Kruskal-Wallis para as peças antes da usinagem.....	35
Tabela 12 - Aplicação do teste estatístico para as peças antes da usinagem	35
Tabela 13 - Aplicação do teste de Kruskal-Wallis para as peças de imbuia e eucalipto cortadas na serra-fita.....	35
Tabela 14 - Aplicação do teste de Kruskal-Wallis para as peças após usinagem das peças de imbuia e eucalipto na fresadora.....	35
Tabela 15 - Aplicação do teste estatístico para as peças após usinagem das peças de imbuia e eucalipto na fresadora.....	35
Tabela 16 - Aplicação do teste de Kruskal-Wallis para as peças de eucalipto após usinagem na serra-fita e fresadora.....	36
Tabela 17 - Aplicação do teste estatístico para as peças de eucalipto após usinagem na serra-fita e fresadora.....	36
Tabela 18 - Aplicação do teste de Kruskal-Wallis para as peças de imbuia após usinagem na serra-fita e fresadora.....	36
Tabela 19 - Aplicação do teste estatístico para as peças de imbuia após usinagem na serra-fita e fresadora.....	36
Gráfico 1 - Gráfico do tempo médio gasto em cada tratamento	37

TABELA 8 – AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DE CADA PEÇA.

Peça	Avaliador1		Avaliador2		Avaliador3		Avaliador4		Avaliador5		Avaliador6		Avaliador7		Avaliador8	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	3	1	3	1	1
2	1	1	1	1	4	1	2	1	2	1	1	2	4	1	1	1
3	1	2	1	4	1	2	1	2	1	3	4	3	1	2	1	1
4	1	1	2	4	1	2	1	2	1	1	3	3	1	3	4	1
5	1	2	2	4	3	4	4	2	5	4	5	4	2	3	5	1
6	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	2	1	3	2	2
7	1	1	1	3	2	3	2	3	3	3	3	4	1	2	5	1
8	3	1	2	4	4	2	4	2	4	3	5	4	1	3	5	2
9	2	2	2	3	3	3	1	3	2	2	4	3	1	3	3	2
10	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	2	2	4
12	1	1	1	2	2	2	1	3	1	1	3	3	1	2	1	3
13	1	1	3	2	2	2	1	4	3	2	5	5	1	2	4	5
14	3	1	4	2	4	1	2	3	4	3	3	3	1	1	5	3
15	3	2	1	4	3	3	1	3	3	3	4	4	1	2	3	5
16	1	1	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2
17	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	3	3	1	2	1	4
18	1	1	1	3	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2	4
19	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	3	1	2	1	5
20	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	4
21	4	3	2	3	5	5	3	2	5	4	5	5	5	3	5	2
22	1	2	1	4	1	2	1	1	1	1	3	2	1	3	1	1
23	1	2	1	4	1	2	1	2	1	1	3	3	1	3	1	2
24	1	2	2	4	4	1	1	1	2	2	1	2	1	3	1	1
25	1	1	2	3	4	2	2	1	4	3	2	3	1	3	3	3
26	2	2	2	5	4	2	1	2	3	2	2	4	1	3	4	1
27	1	2	2	2	2	3	1	1	1	1	3	2	1	2	1	2
28	2	1	1	3	5	5	2	1	5	3	4	3	5	3	2	1
29	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	3	2	1	2	1	4
30	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	3
31	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	3
32	2	1	1	1	1	2	1	2	4	2	2	2	1	2	1	4
33	1	1	1	3	2	3	1	2	4	3	2	3	1	2	3	2
34	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	3	3
35	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
36	1	1	2	3	2	3	1	2	1	1	4	4	1	2	4	3
37	1	1	1	2	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3
38	1	1	1	1	2	2	1	2	5	4	1	1	1	2	2	5
39	1	2	1	3	1	3	1	2	2	3	4	4	1	3	2	4
40	5	3	4	2	5	5	5	3	1	3	5	5	5	3	5	5

TABELA 9 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DAS MÉDIAS DOS TEMPOS DE USINAGEM

ANOVA					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	p-valor
Entre Grupos	5491,47	3	1830,49	8,97	0
Nos Grupos	7349,3	36	204,147		
Total	12840,77	39			

TABELA 10 – COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS PARA OS TEMPOS MÉDIO DE USINAGEM.

Espécie - Técnica	N	Tempo de Usinagem	
		Subconjuntos para alfa = 0.05	
		1	2
Imbuia – Fresadora	10	82,6	-
Eucalipto – Fresadora	10	85	-
Eucalipto – Serra-fita	10	99,5	99,5
Imbuia – Serra-fita	10	-	111,6
Significância	-	0,05	0,25

TABELA 11 - APLICAÇÃO DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS PARA AS PEÇAS ANTES DA USINAGEM.

Espécie - Técnica	Quantidade	Classificação
	Amostrada	Média
Imbuia – Serra-fita	10	22
Imbuia – Fresadora	10	17,85
Eucalipto – Serra-fita	10	20,85
Eucalipto – Fresadora	10	21,3
Total	40	

TABELA 12 - APLICAÇÃO DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS PARA AS PEÇAS DE IMBUIA E EUCALIPTO CORTADAS NA SERRA-FITA.

Espécie – Técnica	Classificações	
	Quantidade	Classificação
	Amostrada	Média
Imbuia - Serra-fita	10	11,65
Eucalipto – Serra-fita	10	9,35

TABELA 13 - APLICAÇÃO DO TESTE ESTATÍSTICO PARA AS PEÇAS APÓS USINAGEM DAS PEÇAS DE IMBUIA E EUCALIPTO NA SERRA-FITA

Total	20
Testes Estatísticos	Nota Usinagem
Qui-quadrado	0,765
df	1
p-valor	0,382

TABELA 13 - APLICAÇÃO DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS PARA AS PEÇAS APÓS USINAGEM DAS PEÇAS DE IMBUIA E EUCALIPTO NA FRESADORA.

Espécie – Técnica	Classificações	
	Quantidade	Classificação
	Amostrada	Média
Imbuia – Fresadora	10	10,1
Eucalipto – Fresadora	10	10,9
Total	20	

TABELA 15 - APLICAÇÃO DO TESTE ESTATÍSTICO PARA AS PEÇAS APÓS USINAGEM DAS PEÇAS DE IMBUIA E EUCALIPTO NA FRESADORA.

Testes Estatísticos	Nota Usinagem
Qui-quadrado	0,093
df	1
p-valor	0,76

TABELA 14 - APLICAÇÃO DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS PARA AS PEÇAS DE EUCALIPTO APÓS USINAGEM NA SERRA-FITA E FRESADORA.

Classificações		
Espécie - Técnica	Quantidade Amostrada	Classificação Média
Eucalipto – Serra-fita	10	11,1
Eucalipto – Fresadora	10	9,9
Total	20	

TABELA 17 - APLICAÇÃO DO TESTE ESTATÍSTICO PARA AS PEÇAS DE EUCALIPTO APÓS USINAGEM NA SERRA-FITA E FRESADORA.

Testes Estatísticos	Nota Usinagem
Qui-quadrado	0,209
df	1
p-valor	0,648

TABELA 15 - APLICAÇÃO DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS PARA AS PEÇAS DE IMBUIA APÓS USINAGEM NA SERRA-FITA E FRESADORA.

Classificações		
Espécie - Técnica	Quantidade Amostrada	Classificação Média
Imbuia – Serra-fita	10	12,2
Imbuia – Fresadora	10	8,8
Total	20	

Tabela 16 - APLICAÇÃO DO TESTE DE KRUSKAL-WALLIS PARA AS PEÇAS DE IMBUIA APÓS USINAGEM NA SERRA-FITA E FRESADORA

Testes Estatísticos	Nota Usinagem
Qui-quadrado	1,68
df	1
p-valor	0,195

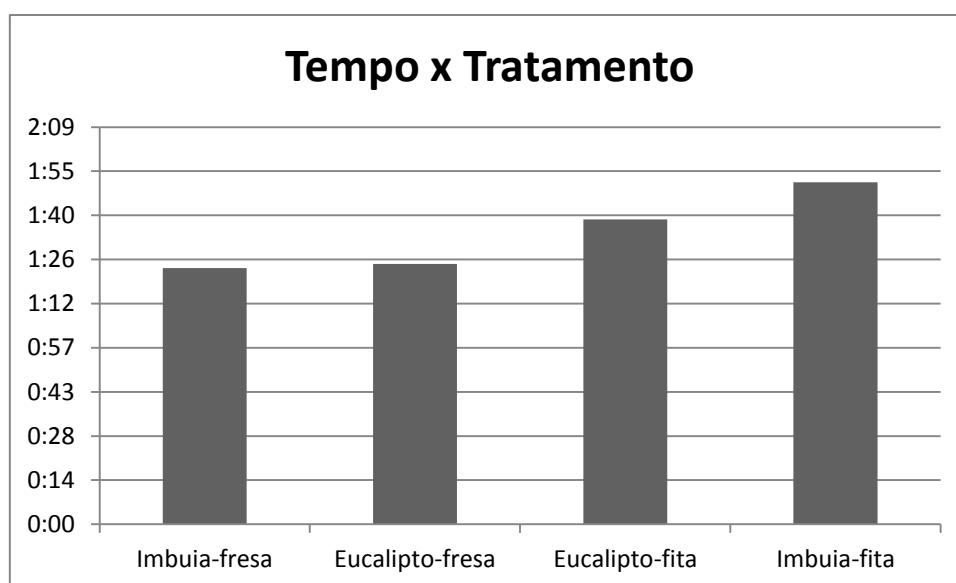


GRÁFICO 1 - GRÁFICO DO TEMPO MÉDIO GASTO EM CADA TRATAMENTO.

FONTE: O AUTOR (2014)